

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-354742
(P2000-354742A)

(43) 公開日 平成12年12月26日 (2000. 12. 26)

(51) Int.Cl.⁷
B 0 1 D 63/10

識別記号

F I
B 0 1 D 63/10

テーマコード* (参考)
4 D 0 0 6

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-253457
(22) 出願日 平成11年9月7日 (1999. 9. 7)
(31) 優先権主張番号 特願平11-105848
(32) 優先日 平成11年4月13日 (1999. 4. 13)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003964
日東電工株式会社
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
(72) 発明者 新谷 卓司
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内
(72) 発明者 蜂須賀 久雄
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内
(74) 代理人 100098305
弁理士 福島 祥人

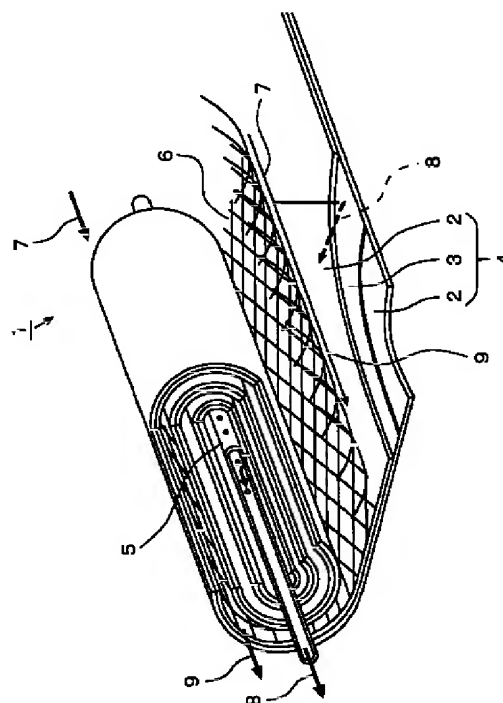
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパイラル型分離膜エレメント

(57) 【要約】

【課題】 高温かつ高濃度のアルカリ溶液の処理が可能なスパイラル型分離膜エレメントを提供することである。

【解決手段】 スパイラル型分離膜エレメント1は、不織布材上に膜素材が支持されてなる分離膜2を透過液流路材3の両面に重ね合わせて3辺を接着剤で接着することにより封筒状膜4を形成し、封筒状膜4の開口部を集水管5に取り付けて接着剤により接着し、原液流路材6とともに集水管5の外周面にスパイラル状に巻回することにより構成される。集水管5に巻回された分離膜2の外周面は外装材10により被覆されており、封筒状膜4の両端面にアンチテレスコープ材11a, 11bがそれぞれ装着されている。スパイラル型分離膜エレメント1を構成する上記の各構成部材は、耐熱耐アルカリ性プラスチックからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 不織布材上に膜素材が支持されてなる分離膜、原液流路材、透過液流路材、集水管、端面保持部材および接着剤から構成されるスパイラル型分離膜エレメントであって、前記分離膜、前記原液流路材、前記透過液流路材、前記集水管、前記端面保持部材および前記接着剤が耐熱耐アルカリ性プラスチックからなることを特徴とするスパイラル型分離膜エレメント。

【請求項2】 前記集水管に巻回された分離膜の外周面が外装材で被覆され、前記外装材が耐熱耐アルカリ性プラスチックからなることを特徴とする請求項1記載のスパイラル型分離膜エレメント。

【請求項3】 前記外装材は、前記耐熱耐アルカリ性プラスチック製繊維が前記分離膜の外周面に巻回されさらに前記繊維が前記耐熱耐アルカリ性プラスチックで包埋されてなることを特徴とする請求項2記載のスパイラル型分離膜エレメント。

【請求項4】 前記外装材は、前記耐熱耐アルカリ性プラスチックにより形成された円筒状のネット状物が前記分離膜の外周面に装着されてなることを特徴とする請求項2記載のスパイラル型分離膜エレメント。

【請求項5】 前記円筒状のネット状物がさらに前記耐熱耐アルカリ性プラスチックで包埋されたことを特徴とする請求項4記載のスパイラル型分離膜エレメント。

【請求項6】 前記外装材は、前記耐熱耐アルカリ性プラスチックにより形成された平面状のネット状物が前記分離膜の外周面に巻回されさらに前記巻回されたネット状物の所定箇所が前記耐熱耐アルカリ性プラスチックで固定されてなることを特徴とする請求項2記載のスパイラル型分離膜エレメント。

【請求項7】 前記平面状のネット状物がさらに前記耐熱耐アルカリ性プラスチックで包埋されたことを特徴とする請求項6記載のスパイラル型分離膜エレメント。

【請求項8】 前記耐熱耐アルカリ性プラスチックは、ポリフェニレンサルファイド、ポリプロピレン、ポリフェニレンオキサイド、ポリスルホンまたはエポキシ樹脂であることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のスパイラル型分離膜エレメント。

【請求項9】 前記透過液流路材は前記耐熱耐アルカリ性プラスチック製繊維からなるネット状物からなり、前記繊維の線径は0.1mm以上1mm以下でありかつ前記繊維間の距離は0.1mm以上1mm以下であることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載のスパイラル型分離膜エレメント。

【請求項10】 前記原液流路材は前記耐熱耐アルカリ性プラスチック製繊維からなるネット状物からなり、前記繊維の線径は0.1mm以上1.5mm以下でありかつ前記繊維間の距離は1mm以上5mm以下であることを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載のスパイラル型分離膜エレメント。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スパイラル型分離膜モジュールに用いられるスパイラル型分離膜エレメントに関する。

【0002】

【従来の技術】膜分離技術は、水不足に対応した海水の淡水化や灌水の脱塩、電子産業および医薬分野での超純水の製造、排水の再利用、さらには食品、医薬およびファインケミカルにおける分離、精製、濃縮等、様々な用途で活用されている。

【0003】膜分離操作には、例えば、逆浸透膜分離装置、限外濾過装置、精密濾過装置等が用いられている。耐圧性に優れかつ比較的安価に製造できるという利点を有することから、これらの膜分離装置において、スパイラル型分離膜モジュールが使用されている。一般に、スパイラル型分離膜モジュールは逆浸透膜、限外濾過膜、精密濾過膜等の分離膜を備えたスパイラル型分離膜エレメントを圧力容器内に収容してなる。

【0004】図6は従来のスパイラル型分離膜エレメントの一例を示す模式的な一部切欠き斜視図であり、図7は、図6のスパイラル型分離膜エレメントの軸方向の模式的な断面図である。

【0005】図6に示すように、スパイラル型分離膜エレメント100は、透過液流路材30の両面に分離膜22を重ね合わせて3辺を接着することにより3層構造を有する封筒状膜40を形成し、その封筒状膜40の開口部を有孔中空管からなる集水管50に接着し、原液流路材60とともに集水管50の外周面にスパイラル状に巻回することにより構成される。

【0006】この場合、分離膜22は、ポリエステル製繊維からなる不織布材上に膜素材が支持されてなる。それにより、分離膜22が機械的強度を有する。

【0007】また、透過液流路材30および原液流路材60は、ポリエステル製繊維から構成されるネット状物からなる。

【0008】図7に示すように、スパイラル型分離膜エレメント100においては、巻回された封筒状膜40の両端面に第1および第2アンチテレスコープ材21a、21bが装着されている。第1および第2アンチテレスコープ材21a、21bにより、巻回した封筒状膜40が原液の供給圧力によって望遠鏡（テレスコープ）状に伸びるのを防止する。第1アンチテレスコープ材21aには、集水管50の一端部が貫通する孔部と原液入口15とが形成されている。また、第2アンチテレスコープ材21bには、集水管50の他端部が貫通する孔部と濃縮液出口16とが形成されている。また、封筒状膜40の外周面は、ガラス繊維からなる外装材20で被覆されている。封筒状膜40と外装材20とは、接着剤により接着されている。

【0009】図6および図7に示すように、原液7は、第1アンチテレスコープ材21aの原液入口15から供給される。供給された原液7は、封筒状膜40外部の原液流路材60に沿って流れ、濃縮液9として第2アンチテレスコープ材21bの濃縮液出口16から排出される。一方、原液7が原液流路材60に沿って流れる過程で分離膜22を透過した液が、透過液流路材30に沿って集水管50の内部に流れ込み、集水管50の端部から透過液8として取り出される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】スパイラル型分離膜エレメント100は、主に海水および灌水の脱塩処理に用いられている。この場合、供給される原液7、すなわち海水または灌水は、水温が40℃以下でありかつpHが2～10、通常はpH7付近である。したがって、スパイラル型分離膜エレメント100においては、ポリエステル製繊維からなる分離膜22の不織布材、透過液流路材30および原液流路材60が原液7により分解および溶解することはない。また、ガラス繊維からなる外装材20が原液7により分解および溶解することはない。

【0011】しかしながら、食品、医薬およびファインケミカルにおけるプロセス処理あるいはこれらのプロセス後の排液処理に用いられるスパイラル型分離膜エレメント100においては、水温が高くかつpHの高い高濃度のアルカリ溶液が原液7として供給される。なお、このようなアルカリ溶液は基本的には無機アルカリ溶液であり、一般的な例としてはNaOH水溶液があげられる。

【0012】上記の場合、前述のようにポリエステル製繊維から構成される分離膜22の不織布材、透過液流路材30および原液流路材60は、基本物性を越える高温かつ高濃度のアルカリ溶液によって分解および溶解する。また、ガラス繊維からなる外装材20においても、分解および溶解が起こる。

【0013】例えば、水温40℃以上かつpH13の高濃度アルカリ溶液を無加圧状態で供給した場合、あるいは水温60℃以上かつpH11の高濃度アルカリ溶液を10kgf/cm²以上に加圧して供給した場合、分離膜22の不織布材、透過液流路材30、原液流路材60および外装材20が分解および溶解して変形する。透過液流路材30および原液流路材60が変形すると、透過液流路および原液流路の閉塞が生じる。それにより、スパイラル型分離膜エレメント100の透過流量が著しく低下する。また、支持材である不織布材が変形することにより、分離膜22は機械的強度を失う。それにより、分離膜22が破れてしまうため、膜分離性能が低下する。さらに、変形した外装材20は強度が低下するため、高圧運転においては圧力に耐えられなくなり破壊してしまうと考えられる。以上のことから、スパイラル型分離膜エレメント100が十分な膜分離性能を発揮しな

くなる。

【0014】さらに、第1および第2アンチテレスコープ材21a、21b、集水管50およびスパイラル型分離膜エレメント100の組み立てに用いられる接着剤（図示せず）が、高温かつ高濃度のアルカリ溶液により分解および溶解する場合においても、スパイラル型分離膜エレメント100の膜分離性能が低下する。

【0015】本発明の目的は、高温かつ高濃度のアルカリ溶液の処理が可能なスパイラル型分離膜エレメントを提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段および発明の効果】本発明に係るスパイラル型分離膜エレメントは、不織布材上に膜素材が支持されてなる分離膜、原液流路材、透過液流路材、集水管、端面保持部材および接着剤から構成されるスパイラル型分離膜エレメントであって、分離膜、原液流路材、透過液流路材、集水管、端面保持部材および接着剤が耐熱耐アルカリ性プラスチックからなるものである。

【0017】本発明に係るスパイラル型分離膜エレメントにおいては、分離膜、原液流路材、透過液流路材、集水管、端面保持部材および接着剤が耐熱耐アルカリ性プラスチックからなるため、原液として高温かつ高濃度のアルカリ溶液を供給した場合においても、上記のスパイラル型分離膜エレメントの構成部材が分解および溶解することはない。したがって、スパイラル型分離膜エレメントを用いて安定した性能で高温かつ高濃度のアルカリ溶液の処理を行うことが可能となる。

【0018】特に、透過液流路材および原液流路材において分解および溶解が起こらないため、透過液流路および原液流路の閉塞が生じない。したがって、スパイラル型分離膜エレメントにおいて安定した透過流量が得られる。また、分離膜を支持する不織布材において分解および溶解が起こらないため、分離膜の強度の低下が見られず、分離膜が損傷を受けることはない。したがって、スパイラル型分離膜エレメントにおいて安定した膜分離性能が得られる。

【0019】また、集水管に巻回された分離膜の外周面が外装材で被覆され、外装材が耐熱耐アルカリ性プラスチックからなってもよい。この場合、外装材は耐熱耐アルカリ性プラスチックからなるため、原液として高温かつ高濃度のアルカリ溶液を供給した場合においても、分解および溶解することがない。したがって、外装材の強度低下が生じることはなく、スパイラル型分離膜エレメントの高圧運転においても安定した性能でアルカリ溶液の処理を行うことが可能となる。

【0020】外装材は、耐熱耐アルカリ性プラスチック製繊維が分離膜の外周面に巻回されさらに繊維が耐熱耐アルカリ性プラスチックで包埋されて構成されてもよい。

【0021】また、外装材は、耐熱耐アルカリ性プラスチックにより形成された円筒状のネット状物が分離膜の外周面に装着されて構成されてもよく、円筒状のネット状物がさらに耐熱耐アルカリ性プラスチックで包埋されて構成されてもよい。

【0022】また、外装材は、耐熱耐アルカリ性プラスチックにより形成された平面状のネット状物が分離膜の外周面に巻回されさらに巻回されたネット状物の所定箇所が耐熱耐アルカリ性プラスチックで固定されて構成されてもよく、平面状のネット状物がさらに耐熱耐アルカリ性プラスチックで包埋されて構成されてもよい。

【0023】以上のような構成を有する外装材は、原液として高温かつ高濃度のアルカリ溶液を供給した場合においても、分解および溶解することがない。

【0024】耐熱耐アルカリ性プラスチックは、ポリフェニレンサルファイド、ポリプロピレン、ポリフェニレンオキサイド、ポリスルホンまたはエポキシ樹脂であってもよい。このような材料は耐熱耐アルカリ性を有する。したがって、上記の材料からなるスパイラル型分離膜エレメントの構成部材は耐熱耐アルカリ性を有する。

【0025】透過液流路材は耐熱耐アルカリ性プラスチック製繊維からなるネット状物からなり、繊維の線径は0.1mm以上1mm以下でありかつ繊維間の距離は0.1mm以上1mm以下であることが好ましい。この場合、透過液流路材における透過液流路の抵抗を小さくすることが可能になるとともに、スパイラル型分離膜エレメントにおける分離膜の充填密度を大きくし充分な膜面積を得ることが可能となる。また、運転時に加えられた圧力により繊維の形状が分離膜に転写されるのを防止することができるため、分離膜が損傷を受けることはない。それにより、性能の高いスパイラル型分離膜エレメントが実現される。

【0026】また、原液流路材は耐熱耐アルカリ性プラスチック製繊維からなるネット状物からなり、繊維の線径は0.1mm以上1.5mm以下でありかつ繊維間の距離は1mm以上5mm以下であることが好ましい。この場合、原液流路材における原液流路の抵抗を小さくすることが可能になるとともに、スパイラル型分離膜エレメントにおける分離膜の充填密度を大きくし、充分な膜面積を得ることが可能となる。また、運転時に加えられた圧力により繊維の形状が分離膜に転写されるのを防止することができるため、分離膜が損傷を受けることはない。それにより、性能の高いスパイラル型分離膜エレメントが実現される。

【0027】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係るスパイラル型分離膜エレメントの一例を示す模式的な一部切欠き斜視図であり、図2は、図1のスパイラル型分離膜エレメントの軸方向の模式的な断面図である。

【0028】図1に示すように、スパイラル型分離膜エ

レメント1は、透過液流路材3の両面に分離膜2を重ね合わせて3辺を接着剤により接着することにより封筒状膜4を形成し、その封筒状膜4の開口部を集水管5に取り付けて接着剤により接着し、原液流路材6とともに集水管5の外周面にスパイラル状に巻回することにより構成される。

【0029】この場合においては、耐熱耐アルカリ性プラスチックからなる不織布材上に、耐熱耐アルカリ性プラスチックからなる膜素材を支持してなる分離膜2が用いられている。

【0030】また、透過液流路材3は、耐熱耐アルカリ性プラスチック製の繊維をトリコット織りしてネット状とし、これを加熱成形（ヒートセット）することにより形成されたネット状物により構成される。

【0031】透過液流路材3において、ネット状物を構成する繊維の線径は0.1～1mmであることが好ましい。繊維の線径が0.1mm未満の場合、透過液流路材3の厚さが小さくなるためスパイラル型分離膜エレメント1における分離膜2の充填密度は増加するが、透過液流路が狭くなるため透過液流路における抵抗が増加する。それにより、透過液が十分に流れなくなり、スパイラル型分離膜エレメントの透過液量が減少する。一方、繊維の線径が1mmを越える場合、透過液流路が広くなるため透過液は十分に流れるが、スパイラル型分離膜エレメント1における分離膜2の充填密度が減少するため膜面積が減少する。それにより、実用性を欠くスパイラル型分離膜エレメント1となる。

【0032】また、ネット状物を構成する繊維間の距離は0.1～1mmであることが好ましい。繊維間の距離が0.1mm未満の場合、透過液流路における抵抗が増加し、透過液が十分に流れなくなる。一方、繊維間の距離が1mmを越える場合、運転時にスパイラル型分離膜エレメント1に加えられた圧力によって、繊維の形状が分離膜2に転写され、分離膜2が損傷する。それにより、分離膜性能の低下を招く。また、繊維間に分離膜2が陥没して透過液流路を閉塞する。このように、繊維間の距離が0.1mm未満の場合および1mmを越える場合においては、実用性を欠くスパイラル型分離膜エレメント1となる。

【0033】原液流路材6は、耐熱耐アルカリ性プラスチック製の繊維をトリコット織りしてネット状とし、これを加熱成形（ヒートセット）することにより形成されたネット状物により構成される。

【0034】原液流路材6において、ネット状物を構成する繊維の線径は0.1～1.5mmであることが好ましい。繊維の線径が0.1mm未満の場合、原液流路材6の厚さが小さくなるためスパイラル型分離膜エレメント1における分離膜2の充填密度は増加するが、原液流路が狭くなるため原液流路における抵抗が増加する。それにより、原液が十分に流れなくなり、膜分離性能が低

下する。一方、繊維の線径が1.5mmを越える場合、原液流路材6の厚さが大きくなるため原液流路における抵抗は減少するが、スパイラル型分離膜エレメント1における分離膜2の充填密度が減少するため膜面積が減少する。それにより、実用性を欠くスパイラル型分離膜エレメント1となる。

【0035】また、ネット状物を構成する繊維間の距離は1～5mmであることが好ましい。繊維間の距離が1mm未満の場合、原液流路における抵抗が増加し、原液が十分に流れなくなる。一方、繊維間の距離が5mmを越える場合、運転時にスパイラル型分離膜エレメント1に加えられた圧力によって、繊維の形状が分離膜2に転写され、分離膜2が損傷する。それにより、分離膜性能の低下を招く。また、繊維間に分離膜2が陥没して原液流路を閉塞する。このように繊維間の距離が1mm未満の場合および5mmを越える場合においては、実用性を欠くスパイラル型分離膜エレメント1となる。

【0036】また、図2に示すように、集水管5に巻回された封筒状膜4の外周面は外装材10で被覆されている。

【0037】このような外装材10は、以下の方法により形成される。図3は、図2に示す外装材の形成方法の一例を示す模式図である。この場合、耐熱耐アルカリ性プラスチック製の繊維10aを封筒状膜4の外周面に巻き付ける（ロービングする）とともに、繊維10aをエポキシ樹脂で包埋して外装材10を形成する。例えば、エポキシ樹脂を含浸した耐熱耐アルカリ性プラスチック製の繊維10aを封筒状膜4の外周面に巻き付けてもよい。

【0038】図4は、図2に示す外装材の形成方法の他の例を示す模式図である。この場合、耐熱耐アルカリ性プラスチック製の繊維からなる円筒状のネット状物10bを封筒状膜4の外周面に装着して外装材10を形成する。また、円筒状のネット状物10bを封筒状膜4の外周面に装着した後、円筒状のネット状物10bをエポキシ樹脂で包埋してもよい。

【0039】図5は、図2に示す外装材の形成方法のさらに他の方法を示す模式図である。この場合、耐熱耐アルカリ性プラスチック製の繊維からなる平面状のネット状物10cを封筒状膜4の外周面に巻き付けるとともに、巻き付けたネット状物10cの所定箇所をエポキシ樹脂で止めて外装材10を形成する。また、平面状のネット状物10bを封筒状膜4の外周面に巻き付けた後、ネット状物10cをエポキシ樹脂で包埋してもよい。

【0040】以上の図3～図5に示す方法により形成した外装材10は、耐熱耐アルカリ性を有する繊維およびエポキシ樹脂から構成されるため、高温かつ高濃度のアルカリ溶液に晒された場合においても分解および溶解することがない。

【0041】なお、上記においてはエポキシ樹脂を用い

て包埋を行っているが、エポキシ樹脂以外の耐熱耐アルカリ性プラスチックを用いて包埋を行ってもよい。

【0042】さらに、図2に示すように、集水管5に巻回された封筒状膜4の原液側端面および濃縮液側端面には、端面保持部材として第1アンチテレスコープ材11aおよび第2アンチテレスコープ材11bがそれぞれ装着されている。

【0043】第1および第2アンチテレスコープ材11a、11bは、封筒状膜4および外装材10の端面を覆う円板部と、封筒状膜4の端部外周を覆う円筒部とが一体成形されてなる。第1および第2アンチテレスコープ材11a、11bの円板部の中央には、集水管5の端部が貫通する孔部が設けられている。この場合、第1アンチテレスコープ材11a側の集水管5の端部が封止されている。第1アンチテレスコープ材11aの円板部に原液入口15が形成され、第2アンチテレスコープ材11bの円板部に濃縮液出口16が形成されている。第1および第2アンチテレスコープ材11a、11bの円板部の外周面にはシール材取り付け用の溝が設けられている。

【0044】スパイラル型分離膜エレメント1において、集水管5、第1および第2アンチテレスコープ材11a、11bおよびスパイラル型分離膜エレメント1の組立てに用いられる接着剤は、耐熱耐アルカリ性プラスチックからなる。

【0045】分離膜2の膜素材および不織布材、透過液流路材3、原液流路材6、外装材10、集水管5、第1および第2アンチテレスコープ材11a、11bおよび接着剤を構成する耐熱耐アルカリ性プラスチックは、大気圧下および水中での耐熱温度が100℃以上であり、かつ耐アルカリ性を有するプラスチックであれば特に限定されるものではない。例えば、ポリプロピレン（PP）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリフェニレンオキサイド（PPO）、ポリスルホン（PSF）、エポキシ樹脂等を用いることが可能である。

【0046】次に、スパイラル型分離膜エレメント1を用いて高温かつ高濃度のアルカリ溶液の膜分離操作を行う場合について説明する。なお、スパイラル型分離膜エレメント1は、運転時に圧力容器（図示せず）に収納される。圧力容器とスパイラル型分離膜エレメント1とは、シール材により液密にシールされている。

【0047】図1および図2に示すように、スパイラル型分離膜エレメント1において、高温かつ高濃度のアルカリ溶液が、原液7として第1アンチテレスコープ材11aの原液入口15から内部に供給される。供給された原液7は、原液流路材6に沿って軸方向に流れ、第2アンチテレスコープ材11bの濃縮液出口16から濃縮液9として排出される。一方、原液7が原液流路材6に沿って流れる過程で分離膜2を透過した透過液8が、透過液流路材3に沿って集水管5の内部に流れ込み、第2ア

ンチテレスコープ材11b側の集水管5の端部から取り出される。

【0048】本例に示すスパイラル型分離膜エレメント1においては、分離膜2の膜素材および不織布材、透過液流路材3、原液流路材6、外装材10、集水管5、第1および第2アンチテレスコープ材11a、11bおよび接着剤が耐熱耐アルカリ性プラスチックから構成されている。このため、高温かつ高濃度のアルカリ溶液の膜分離操作においても、上記の各構成部材が分解および溶解して変形することはない。特に、分離膜2の不織布材、透過液流路材3、原液流路材6および外装材10の分解および溶解を防止することが可能となることにより、以下に示す効果が得られる。

【0049】すなわち、透過液流路材3および原液流路材6の変形により生じる透過液流路および原液流路の閉塞を防止し、透過液量の低下を抑制することが可能となる。また、分離膜2の不織布材の変形を防止することにより、分離膜2の機械的強度の低下を抑えて損傷を防止し、膜分離性能の低下を抑制することが可能となる。さらに、外装材10の変形を防止することにより、外装材10の強度の低下を抑制することが可能となる。以上のことから、スパイラル型分離膜エレメント1を安定した性能、特に安定した透過液量で運転することが可能となる。

【0050】

【実施例】以下の実施例1、2および比較例1、2に示すスパイラル型分離膜エレメントを用いて膜分離操作を

行った。なお、実施例1、2および比較例1、2においては、不織布材上に膜素材を支持してなるポリエーテルスルホン系複合浸透膜（日東電工株式会社製NTR-7450）を分離膜2として備えた膜面積6.5m²のスパイラル型分離膜エレメントを用いた。

【0051】[実施例1] 実施例1においては、図1および図2に示すスパイラル型分離膜エレメント1を用いて膜分離操作を行った。

【0052】この場合、分離膜2の不織布材はポリプロピレンからなる。また、透過液流路材3は、ポリフェニレンサルファイド製繊維を平織りしてなるネット状物からなる。ネット状物を構成する繊維の線径は0.2mmであり、繊維間の距離は0.3mmとした。

【0053】また、原液流路材6は、ポリプロピレン製繊維を平織りしてなるネット状物からなる。ネット状物を構成する繊維の線径は0.3mmであり、繊維間の距離は3mmとした。

【0054】さらに、外装材10は、図3に示すようにポリプロピレン製繊維10aとエポキシ樹脂とを封筒状膜4の外周面に巻き付ける（ローピングする）ことにより形成した。

【0055】上記の構造を有するスパイラル型分離膜エレメント1を圧力容器（図示せず）内に収容し、表1に示す条件で、1回目の逆浸透試験を行った。

【0056】

【表1】

原液	NaCl水溶液 (濃度2000ppm, pH=6.5, 水温23℃)
供給圧力	10kgf/cm ²

【0057】1回目の逆浸透試験におけるスパイラル型分離膜エレメント1の透過液量は10.0m³/日であり、透過液の濃度は950ppmであった。

【0058】1回目の逆浸透試験の後、表2に示す条件でスパイラル型分離膜エレメント1の運転を行った。

【0059】

【表2】

原液	10% NaOH水溶液 (pH=14, 水温60℃)
供給圧力	無加圧
運転時間	8時間

【0060】この後、再び表1に示す条件で、2回目の逆浸透試験を行った。2回目の逆浸透試験におけるスパイラル型分離膜エレメント1の透過液量は9.8m³/

日であり、透過液の濃度は960ppmであった。

【0061】[実施例2] 実施例2においては、実施例1と同様の構造を有するスパイラル型分離膜エレメント1を用いた。また、実施例2においては、1回目の逆浸透試験の後に表3に示す条件でスパイラル型分離膜エレメント1の運転を行った点を除いて、実施例1と同様の方法によりスパイラル型分離膜エレメント1の運転および逆浸透試験を行った。

【0062】

【表3】

原液	20% NaOH水溶液 (pH=14, 水温60℃)
供給圧力	10kgf/cm ²
運転時間	24時間

【0063】実施例2のスパイラル型分離膜エレメント1においては、1回目の逆浸透試験における透過量は $10.0\text{ m}^3/\text{日}$ であり、透過液の濃度は 930 ppm であった。また、2回目の逆浸透試験における透過量は $9.7\text{ m}^3/\text{日}$ であり、透過液の濃度は 920 ppm であった。

【0064】[比較例1] 実施例1に対する比較のため、比較例1においては、図6および図7に示すスパイラル型分離膜エレメント100を用いて膜分離操作を行った。なお、比較例1のスパイラル型分離膜エレメント100は、分離膜22の不織布材、透過液流路材30および原液流路材60がポリエステル製繊維からなりかつ外装材20はガラス繊維を封筒状膜40の外周面に巻き付けることにより形成されている点を除いて、実施例1のスパイラル型分離膜エレメント1と同様の構造を有する。

【0065】上記のスパイラル型分離膜エレメント100を用いて、実施例1と同様の方法により、スパイラル型分離膜エレメント100の運転および逆浸透試験を行った。

【0066】比較例1のスパイラル型分離膜エレメント100においては、1回目の逆浸透試験における透過量は $10.0\text{ m}^3/\text{日}$ であり、透過液濃度は 940 ppm であった。また、2回目の逆浸透試験における透過量は $5.5\text{ m}^3/\text{日}$ であり、透過液濃度は 1350 ppm であった。

【0067】[比較例2] 実施例2に対する比較のため、比較例2においては、図6および図7に示す比較例1と同様の構造を有するスパイラル型分離膜エレメント100を用いて、実施例2と同様の方法により、スパイラル型分離膜エレメント100の運転および逆浸透試験を行った。

【0068】比較例2のスパイラル型分離膜エレメント100においては、1回目の逆浸透試験における透過量は $10.0\text{ m}^3/\text{日}$ であり、透過液濃度は 950 ppm であった。また、2回目の逆浸透試験における透過量は $15.0\text{ m}^3/\text{日}$ であり、透過液濃度は 1500 ppm であった。

【0069】実施例1および比較例1において示すように、実施例1のスパイラル型分離膜エレメント1においては、分離膜2の不織布材、透過液流路材3、原液流路材6および外装材10が耐熱耐アルカリ性プラスチックから構成されるため、不織布材、透過液流路材3、原液流路材6および外装材10が $10\%\text{ NaOH}$ 水溶液により分解および溶解することはない。したがって、2回目の逆浸透試験においても、透過量の低下がほとんど見られなかった。

【0070】これに対し、比較例1のスパイラル型分離膜エレメント100においては、透過液流路材30の一部が $10\%\text{ NaOH}$ 水溶液により分解するため、分離膜

22が透過液流路材30の繊維間に陥没し、透過液流路を閉塞する。それにより、2回目の逆浸透試験において透過量に大幅な低下が見られた。

【0071】また、実施例2および比較例2において示すように、 20% の高濃度の NaOH 水溶液を、長時間、高圧で供給した実施例2のスパイラル型分離膜エレメント1においても、実施例1と同様、不織布材、透過液流路材3、原液流路材6および外装材10が分解および溶解することはない。したがって、2回目の逆浸透試験においても透過量の低下がほとんど見られなかった。

【0072】これに対し、比較例2のスパイラル型分離膜エレメント100においては、高濃度の NaOH 水溶液により、透過液流路材30の一部が分解し、分離膜22が透過液流路材30の繊維間に陥没して透過液流路を閉塞する。また、さらに時間が経過すると不織布材も分解するため、分離膜22を支持できなくなり、分離膜22に損傷を与える。それにより、充分な膜分離性能を発揮することが不可能となり、透過量に大幅な増加が見られた。さらに、外装材20においても、分解および溶解による変形が起こるため、強度の低下が見られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るスパイラル型分離膜エレメントの一例を示す模式的な一部切欠き斜視図である。

【図2】図1のスパイラル型分離膜エレメントの軸方向の模式的な断面図である。

【図3】図2の外装材の形成方法の一例を示す模式図である。

【図4】図2の外装材の形成方法の他の例を示す模式図である。

【図5】図2の外装材の形成方法のさらに他の例を示す模式図である。

【図6】従来のスパイラル型分離膜エレメントの一例を示す模式的な一部切欠き斜視図である。

【図7】図6のスパイラル型分離膜エレメントの軸方向の模式的な断面図である。

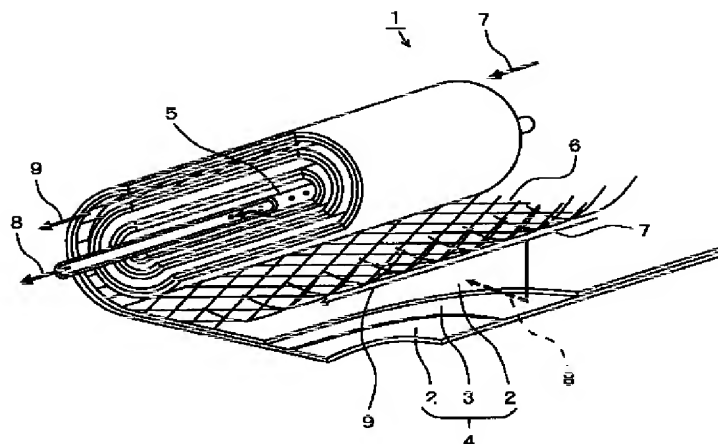
【符号の説明】

- 1, 100 スパイラル型分離膜エレメント
- 2, 22 分離膜
- 3, 30 透過液流路材
- 4, 40 封筒状膜
- 5, 50 集水管
- 6, 60 原液流路材
- 7 原液
- 8 透過液
- 9 濃縮液
- 10, 20 外装材
- 10a 繊維
- 10b 円筒状のネット状物
- 10c 平面状のネット状物

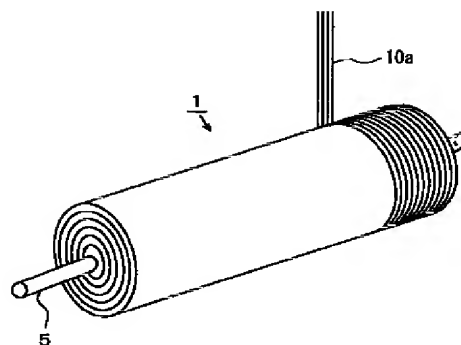
11a, 21a 第1アンチテレスコープ材
11b, 21b 第2アンチテレスコープ材

15 原液入口
16 濃縮液出口

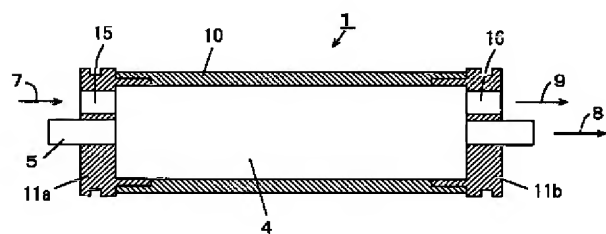
【図1】



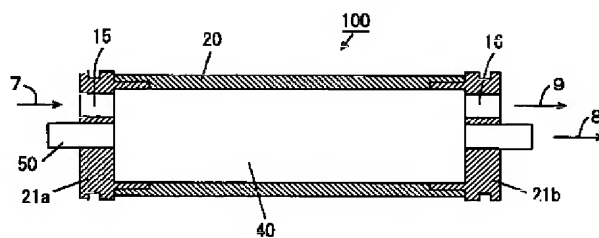
【図3】



【図2】



【図7】



【図4】

